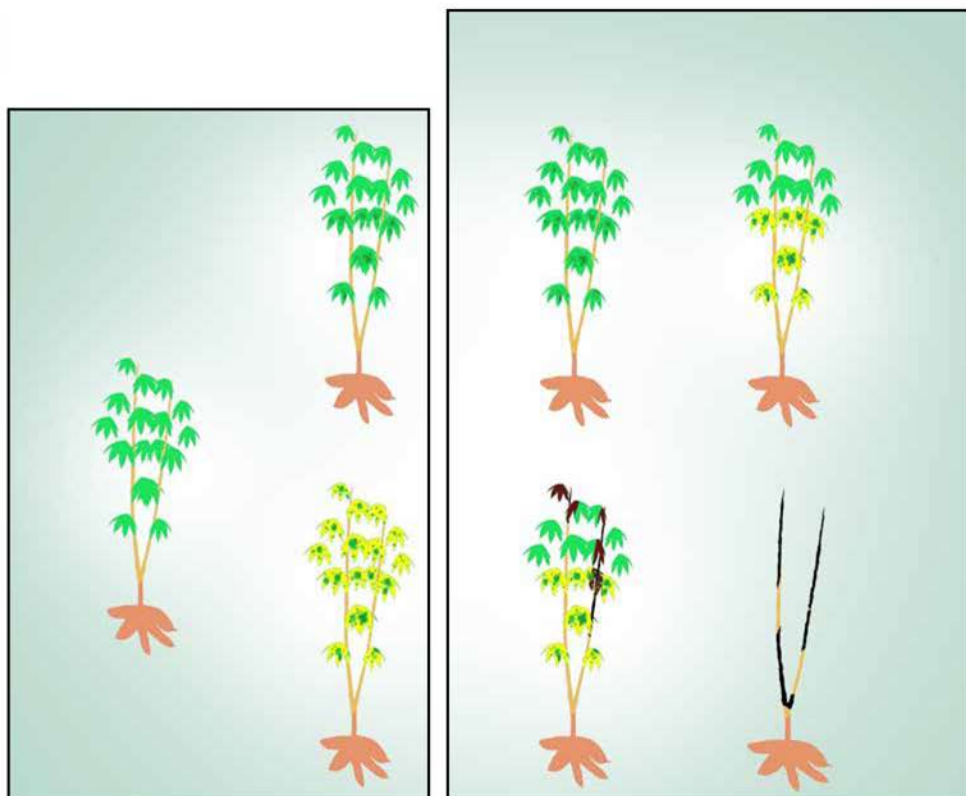


Escala de notas inespecíficas para seleção de
plantas de mandioca resistentes a doenças foliares



***Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
Embrapa Mandioca e Fruticultura
Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento***

**BOLETIM DE PESQUISA
E DESENVOLVIMENTO
112**

**Escala de notas inespecíficas para seleção de
plantas de mandioca resistentes a doenças foliares**

*Saulo Alves Santos de Oliveira
Maria Selma Alves Silva Diamantino
Rafael Parreira Diniz
Eder Jorge de Oliveira*

***Embrapa Mandioca e Fruticultura
Cruz das Almas, BA
2020***

Exemplares desta publicação podem ser adquiridos na:

Embrapa Mandioca e Fruticultura
Rua Embrapa, s/nº, Caixa Postal 07
44380-000, Cruz das Almas, Bahia
Fone: 75 3312-8048
Fax: 75 3312-8097
www.embrapa.br
www.embrapa.br/fale-conosco/sac

Comitê Local de Publicações
da Embrapa Mandioca e Fruticultura

Presidente
Francisco Ferraz Laranjeira

Secretário-Executivo
Lucidalva Ribeiro Gonçalves Pinheiro

Membros
Aldo Vilar Trindade, Ana Lúcia Borges, Eliseth de Souza Viana, Fabiana Fumi Cerqueira Sasaki, Harllen Sandro Alves Silva, Leandro de Souza Rocha, Marcela Silva Nascimento

Supervisão editorial
Francisco Ferraz Laranjeira

Revisão de texto
Adriana Villar Tullio Marinho

Normalização bibliográfica
Lucidalva Ribeiro Gonçalves Pinheiro

Projeto gráfico da coleção
Carlos Eduardo Felice Barbeiro

Tratamento de imagem
Renan Mateus Rodrigues Cabral

Editoração eletrônica
Anapaula Rosário Lopes

Ilustração da capa
Saulo Alves Santos de Oliveira

1ª edição
On-line (2020).

Todos os direitos reservados.

A reprodução não autorizada desta publicação, no todo ou em parte, constitui violação dos direitos autorais (Lei nº 9.610).

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Embrapa Mandioca e Fruticultura

Escala de notas inespecíficas para seleção de plantas de mandioca resistentes a doenças foliares / Saulo Alves Santos de Oliveira... [et. al.]. Cruz das Almas, BA : Embrapa Mandioca e Fruticultura, 2020.

14 p.: il. (Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento / Embrapa Mandioca e Fruticultura, ISSN 1809-5003, 112)

1. Mandioca 2. Doença de planta 3. Melhoramento vegetal I. Oliveira, Saulo Alves Santos de II. Diamantino, Maria Selma Alves Silva III. Diniz, Rafael Parreira IV. Oliveira, Eder Jorge de V. Título. VI. Série.

CDD 633.682

© Embrapa, 2020

Sumário

Resumo	5
Abstract	7
Introdução.....	9
Descrição do método.....	10
Amostragem.....	12
Classificação da resistência	12
Exemplo	13
Considerações finais	13
Agradecimentos.....	14
Referências	14

Escala de notas inespecíficas para seleção de plantas de mandioca resistentes a doenças foliares

Saulo Alves Santos de Oliveira¹

Maria Selma Alves Silva Diamantino²

Rafael Parreira Diniz³

Eder Jorge de Oliveira⁴

Resumo – A cultura da mandioca (*Manihot esculenta* Crantz) apesar de bastante rústica está sujeita à estresses de origem biótica e abiótica, e em especial à ocorrência de doenças. Dentre as principais doenças foliares da mandioca, estão a bacteriose (CBB), causada por *Xanthomonas phaseoli* pv. *manihotis* (Xpm), antracnose (CAD) (*Colletotrichum* spp.), além das manchas que compõem o “complexo *Passalora* spp.” da mandioca, com é o caso da mancha branca (WLS), mancha parda (BLS) e queima das folhas (BILS). Com base nessa presença dessa multiplicidade de sintomas e patógenos na parte aérea da mandioca, este trabalho propõe a seleção de plantas com resistência múltipla a doenças foliares por meio do uso de escala descritiva inespecífica, conferindo um panorama geral da suscetibilidade das plantas, acelerando as etapas iniciais de seleção dos genótipos de mandioca economizando tempo e recursos dos programas de melhoramento genéticos da cultura. Para avaliação das doenças foliares CBB, CAD e as do “complexo *Passalora* spp.” (BILS, BLS e WLS), foi elaborada uma escala descritiva inespecífica (EDIDF). A escala é baseada em notas de doença variando de ‘0’ (sem sintomas da doença) a ‘6’ (morte da planta). Visto que o propósito desta escala é a avaliação rápida e eficiente de uma grande quantidade de genótipos dispostos em campo, propõe-se a atribuição de uma nota por parcela, com base na planta de maior nota observada (MaSDN). Visando a classificação da resistência por meio da escala arbitrária de notas proposta, criou-se um sistema de classificação dos genótipos com base na média

¹ Engenheiro-agrônomo, doutor em Fitopatologia, pesquisador da Embrapa Mandioca e Fruticultura, Cruz das Almas, Bahia.

² Engenheira-agrônoma, doutora em Ciências Agrárias, bolsista de Pós-Doutorado CAPES/Embrapa Mandioca e Fruticultura, Cruz das Almas, Bahia.

³ Engenheiro-agrônomo, doutor em Genética e Melhoramento de Plantas, Bolsista de Pós-Doutorado CAPES/Embrapa Mandioca e Fruticultura, Bahia.

⁴ Engenheiro-agrônomo, doutor em Genética e Melhoramento de Plantas, pesquisador da Embrapa Mandioca e Fruticultura, Cruz das Almas, Bahia.

das notas atribuídas (\bar{x} .MaSDN) para as parcelas avaliadas, por meio da EDIDF, a saber: \bar{x} .MaSDN ≤ 1 resistentes a doenças foliares (R); > 1 e ≤ 2 , moderadamente resistente (MR); > 2 e ≤ 3 , moderadamente suscetível (MS); > 3 e < 4 , considerado suscetível (S) e extremamente suscetível (ES) quando a média da parcela alcança pontuação ≥ 4 . Esta metodologia de avaliação contribui para a seleção inicial de grande quantidade de acessos, como por exemplo, em ensaios com competição de progênies de autofecundação e de híbridos, permitindo a obtenção de um panorama geral sobre a reação dos genótipos às doenças foliares.

Termos de indexação: *Manihot esculenta*, doenças de parte aérea, bacteriose, antracnose, *Passalora* spp.

Escala de notas inespecíficas para seleção de plantas de mandioca resistentes a doenças foliares

Abstract – The cassava crop (*Manihot esculenta* Crantz), although quite rustic, is subject to biotic and abiotic stresses, and in particular to the occurrence of diseases. Among the main cassava's foliar diseases there are bacterial (CBB), caused by *Xanthomonas phaseoli* pv. *manihotis* (Xpm), anthracnose (CAD) (*Colletotrichum* spp.), as well as the leaf spots within the "*Passalora* spp. disease complex" of cassava, such as white leaf spot (WLS), brown leaf spot (BLS) and blight leaf spot (BILS). Based on the presence of this multiplicity of symptoms and pathogens in the aerial part of the cassava, this work applies the selection of plants with resistance to leaf diseases through the use of the non-specific descriptive scale, providing a general overview of the susceptibility of the plants, accelerating the early phases on the process of selection of cassava genotypes, saving time and resources on cassava genetic improvement programs. For the evaluation of CBB, CAD and "*Passalora* spp. (BILS, BLS and WLS), a non-specific descriptive scale (EDIDF) was developed. The scale is based on disease scores ranging from '0' (without symptoms of the disease) to '6' (death of the plant). Since the purpose of this scale is a quick and efficient evaluation of a large number of genotypes arranged in the field, it applies a 'single plot score', based on the highest rate observed (MaSDN) for the plot. Aiming at a resistance classification using these proposed arbitrary rating scale, a new classification methodology was used, based on the average of maximum severity disease note (\bar{x} .MaSDN) for the plots evaluated with the EDIDF. Being: \bar{x} . MaSDN ≤ 1 resistant to leaf diseases (R); > 1 and ≤ 2 , moderately resistant (MR); > 2 and ≤ 3 , moderately susceptible (MS); > 3 and < 4 , susceptible (S) and extremely susceptible (ES) when the average of the plot reaches a score ≥ 4 . This evaluation methodology contributes to the initial screening of a large number of accessions, as for example, in trials with competition of self-fertilizing and hybrid progenies, allowing an overview of the reaction of genotypes to leaf diseases.

Index terms: *Manihot esculenta*, above ground diseases, bacterial blight, anthracnose, *Passalora* spp.

Introdução

A mandioca (*Manihot esculenta* Crantz) é cultivada nas regiões tropicais e subtropicais, como uma das principais fontes de carboidratos. Entretanto, assim como toda planta cultivada tem seu potencial produtivo afetado pela presença de pragas e doenças. Dentre as principais doenças foliares da mandioca, estão a bacteriose (*Cassava bacterial blight- CBB*) e a antracnose (*Cassava anthracnose disease- CAD*), além do complexo “*Passalora* spp.”.

O agente causal da CBB, é a bactéria *Xanthomonas phaseoli* pv. *manihotis* (Xpm) (Sin= *X. axonopodis* pv. *manihotis*), importante patógeno em campos de mandioca em todo o mundo. Os sintomas desta doença são lesões encharcadas de água, lesões necróticas angulares, sobre o limbo foliar, lesões necróticas, nos pecíolos, e haste com gomose (exsudação de goma). De acordo com Mansfield et al. (2012), espécies de *Xanthomonas phaseoli* estão entre o “Top 10” das bactérias fitopatogênicas mais importantes, sendo a Xpm o patovar (variante patogênica) mais destrutivo do gênero.

CAD, causada pelo fungo *Colletotrichum gloeosporioides* f. sp. *manihotis* Henn (Penz) Sacc, é uma doença destrutiva caracterizada por cancrios nas hastes, ramos e frutos, manchas foliares e morte descendente (a partir dos ponteiros), e pode afetar a cultura em qualquer fase do seu desenvolvimento (Makambila, 1987; Fokunang et al., 2000; Kunkeaw et al., 2010). Em alguns casos, ocorre a morte total da planta. Por isso, a utilização de estacas de plantas com sintomas de CAD deve ser evitada.

Apesar da importância secundária, o complexo *Passalora* da mandioca, que engloba as doenças comumente chamadas de “cercosporioses”, é o mais frequente em todo o mundo, não podendo ser posto de lado em programas de seleção de variedades com resistência a doenças de parte aérea (Wydra; Verdier, 2002; Banito et al., 2007). Três doenças diferentes compreendem este complexo: queima das folhas (*Blight leaf spot- BLIS*), causada por *Passalora vicosa* Mull. & Chupp, mancha parda (*Brown leaf spot- BLS*), causada por *P. henningsii* Allesch. e mancha branca (*White leaf spot- WLS*), causada por *P. manihotis* Stevens & Solheim. Sob condições favoráveis, estas doenças podem causar perdas de até 25% na produção de mandioca (Banito et al., 2007).

Diferentes medidas de manejo, podem ser utilizadas para evitar as perdas com as doenças foliares. O uso de cultivares resistentes a diversos agentes patogênicos é, de longe, a prática de manejo mais eficaz no sistema de produção de mandioca, pois os custos de produção são bem menores quando pesticidas químicos são utilizados.

Um dos maiores gargalos na seleção de materiais resistentes a doenças, é o tempo demandado para a sua avaliação, seja pelo longo ciclo da cultura (em média 12 meses), ou pela grande quantidade de genótipos e repetições que precisam ser avaliadas em campo. Estes fatos justificam a necessidade do desenvolvimento de metodologias eficientes e capazes de reduzir o tempo gasto, para as avaliações, e que reduzam os custos com esse trabalho.

Na avaliação da resistência de plantas, é importante usar métodos corretos. Existem duas maneiras diferentes de avaliar o nível de doenças foliares: as escalas porcentuais (escalas diagramáticas) e as escalas descritivas (arbitrárias), quando a nota é atribuída a cada nível de doença. Para avaliação da resistência de mandioca em condições de campo, o método mais comumente utilizado é o da escala descritiva (Fokunang et al., 2000; Wydra; Verdier, 2002).

Desta forma, este trabalho propõe a seleção de plantas com resistência a múltiplos patógenos foliares por meio do uso de escala descritiva inespecífica, ou seja, uma escala que não é destinada a avaliação de uma doença, e sim um conjunto de sintomas presentes nas plantas de mandioca, ocasionados pelo ataque múltiplo e concomitante de diferentes doenças. Desta forma, a escala inespecífica confere um panorama geral da suscetibilidade das plantas, e acelerando assim as etapas iniciais de seleção de genótipos (acessos, seleção, variedades e híbridos), economizando tempo e recursos dos programas de melhoramento genético da cultura.

Descrição do método

Para avaliação das doenças foliares CBB, CAD e as do complexo "*Passalora* spp." (BILS, BLS e WLS) foi elaborada uma escala descritiva inespecífica para doenças foliares (EDIDF), (Figura 1). A escala proposta foi desenvolvida com base na concatenação das escalas de notas previamente desenvolvidas de forma específica para cada uma das cinco principais

doenças de parte aérea, e descritas em literaturas, considerando o modelo e direção do progresso das doenças, sanidade, bem como o impacto potencial na produtividade das plantas afetadas.

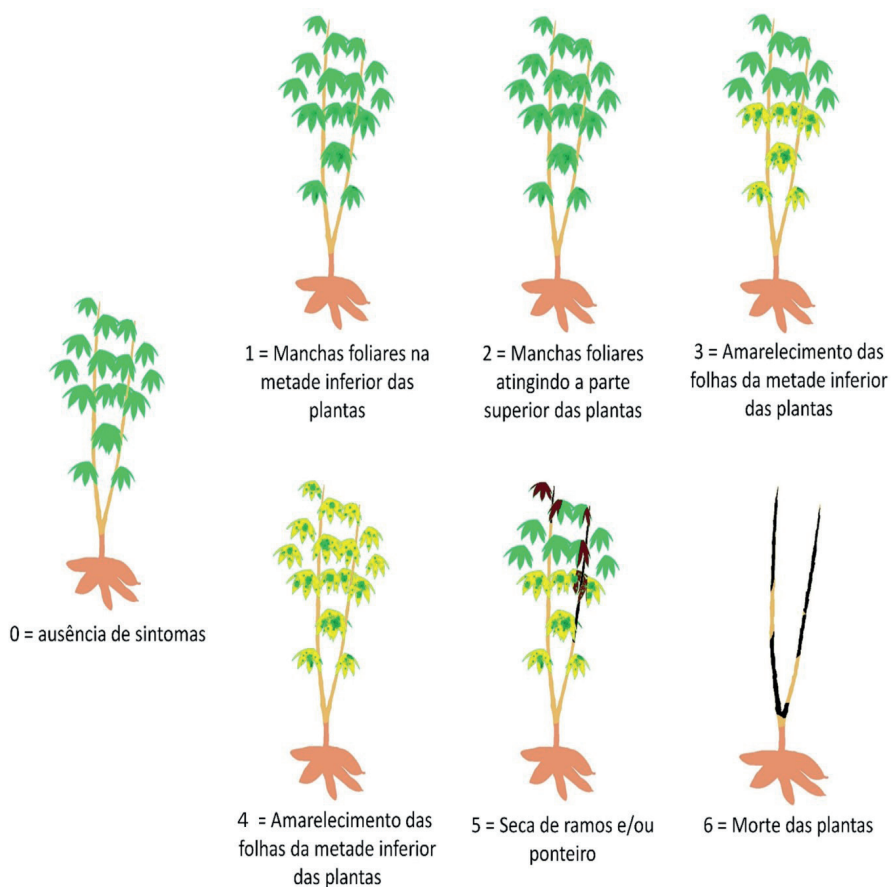


Figura 1. Escala Descritiva Inespecífica para Doenças Foliares (EDIDF) com notas arbitrárias variando de 0 (sem sintomas) a 6 (morte da planta).

Amostragem

Uma vez que o intuito desta escala é permitir a avaliação rápida e eficiente de uma grande quantidade de genótipos dispostos em campo, propõe-se a atribuição de uma nota por parcela, com base na planta de maior nota observada (Maximum Severity Disease Note - MaSDN), a saber: se na parcela as notas das plantas variam de 1 a 3, a nota da parcela será a maior delas ($n = 3$).

Os genótipos podem ser avaliados de forma periódica ou uma única vez, a depender da disponibilidade de tempo, mão de obra e finalidade das avaliações. As avaliações periódicas são indicadas para a estimativa de progresso das doenças foliares. Para experimentos com maior número de genótipos e/ou baixa disponibilidade de mão de obra, é indicada uma única avaliação, no período de maior incidência de doenças foliares, geralmente associada a períodos de chuvas bem distribuídas e temperaturas acima de 25 °C. Estudos realizados previamente com escalas arbitrárias para a antracnose (CAD), bacteriose (CBB) e para o complexo “Passalora” (BLS, BLIS e WLS), demonstraram altas correlações ($> 80\%$), entre as notas atribuídas planta-a-planta, e a maior nota verificada em uma parcela (Oliveira et al., 2016a; Oliveira et al. 2016b).

Para estes autores, o uso do valor de severidade máxima de uma doença (MaSDN) é um método rápido e confiável para estimar o nível de resistência/suscetibilidade em genótipos de mandioca, uma vez que, apenas a planta que apresenta a maior severidade da doença, precisa ser avaliada. Apesar de aparentemente superestimar o índice de doença, isso não ocorre no caso da mandioca, uma vez que, esta cultura, é propagada vegetativamente (manivas ou estacas), sendo todas as plantas de uma parcela, clones da planta-mãe. Portanto, a nota máxima atribuída para a doença, reflete o grau de susceptibilidade de um genótipo específico.

Classificação da resistência

Os genótipos avaliados, no momento de maior incidência e severidade de doenças da parte aérea, devem ser classificados com base no nível de resistência/suscetibilidade, por meio da comparação da média das notas máximas atribuídas (\bar{x} .MaSDN) de cada uma das parcelas às faixas de distribuição descritas na Tabela 1:

Tabela 1. Sistema de classificação dos genótipos, com base na média das notas atribuídas (\bar{x} .MaSDN) para as parcelas (blocos) avaliadas, por meio da escala descritiva inespecífica para doenças foliares (EDIDF).

\bar{x} .MaSDN	Descrição	Classe
≤ 1	Resistente a doenças foliares	R
> 1 e ≤ 2	Moderadamente resistente a doenças foliares	MR
> 2 e ≤ 3	Moderadamente suscetível a doenças foliares	MS
> 3 e < 4	Suscetível a doenças foliares	S
≥ 4	Extremamente suscetível a doenças foliares	ES

Exemplo:

Em um experimento de campo instalado em delineamento em blocos casualizados (DBC), com cinco blocos e cinco plantas por bloco, as seguintes notas máximas para a severidade (MaSDN) foram atribuídas para o genótipo “X”:

BL1: MaSDN = 2

BL2: MaSDN = 2

BL3: MaSDN = 4

BL4: MaSDN = 2

BL5: MaSDN = 3

Portanto, \bar{x} .MaSDN = 2,6.

Desta forma, o genótipo “X” será classificado como ‘MS’.

Considerações finais

A metodologia de avaliação descrita neste trabalho demonstra-se promissora para a seleção inicial de grande quantidade de acessos, como por exemplo, em ensaios com competição de progênies de autofecundação e de híbridos, permitindo a obtenção de um panorama geral sobre a reação dos genótipos às doenças foliares.

Agradecimentos

À Aliança Cooperativa do Amido (Bahiamido/Coopamido) pelo suporte financeiro do projeto, e à CAPES/Embrapa pelas bolsas de Pós-Doutorado dos autores.

Referências

BANITO, A.; VERDIER, V.; KPÉMOUA, K. E.; WYDRA, K. Assesment of major cassava disease in Togo in relation to agronomic and environmental characteristics in a systems approach. **African Journal of Agricultural Research**, v. 2, p. 418-428, 2007.

FOKUNANG, C. N.; AKEM, C. N.; DIXON, A. G. O.; IKOTUN, T. Evaluation of a cassava germplasm collection for reaction to three major diseases and the effect on yield. **Genetic Resource and Crop Evolution**, v. 47, p. 63-71, 2000.

KUNKEAW, S.; WORAPONG, J.; SMITH, D. R.; TRIWITAYAKORN, K. An in vitro detached leaf assay for pre-screening resistance to anthracnose disease in cassava (*Manihot esculenta* Crantz). **Australasian Plant Pathology**, v. 39, p. 547-550, 2010.

MAKAMBILA, C. **Etude de l'anthracnose du manioc (*Manihot esculenta*. Crantz) et son agent pathogene *Colletotrichum gloeosporioides* f.sp. *manihotis***, 1987. (Dissertação de Mestrado) - Université Clermont-Ferrand, Auvergne, França, 1987.

MANSFIELD, J.; GENIN, S.; MAGORI, S.; CITOVSKY, V.; SRIARIYANUM, M.; RONALD, P.; DOW, M.; VERDIER, V.; BEER, S. V.; MACHADO, M. A.; TOTH, I.; SALMOND, G.; FOSTER, G. D. Top 10 plant pathogenic bacteria in molecular plant pathology. **Molecular Plant Pathology**, v. 13, p. 614-629, 2012.

OLIVEIRA, S. A. S. de; SILVA, M. A.; RANGEL, M. A. S.; SANTOS, V. S.; RINGENBERG, R.; OLIVEIRA, E. J. de. **Metodologia para avaliação da resistência da mandioca à bacteriose, antracnose e superalongamento**. Cruz das Almas, BA: Embrapa Mandioca e Fruticultura, 2016a. (Embrapa Mandioca e Fruticultura, Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 78).

OLIVEIRA, S. A. S. de; SILVA, M. A.; SANTOS, V. S.; OLIVEIRA, E. J. de. **Metodologia de seleção rápida para a avaliação da resistência de genótipos de mandioca a doenças foliares incitadas pelo complexo *Passalora* spp.** Cruz das Almas, BA: Embrapa Mandioca e Fruticultura, 2016b. (Embrapa Mandioca e Fruticultura, Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 79).

WYDRA, K.; VERDIER, V. Occurrence of cassava diseases in relation to environmental, agronomic and plant characteristics. **Agriculture, Ecosystem and Environment**, v. 93, p. 211-226, 2002.



Mandioca e Fruticultura

